

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-159404

(43)Date of publication of application : 15.06.1999

(51)Int.Cl.

F02M 25/07

F02M 25/07

F02D 21/08

F02D 35/00

F02D 41/02

F02D 45/00

F02D 45/00

(21)Application number : 09-324517

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 26.11.1997

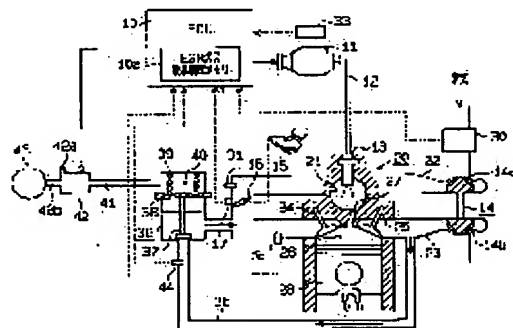
(72)Inventor : NAKAJIMA TATSUSHI
FUKUMA TAKAO

(54) EXHAUST GAS REFLUX CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute with high accuracy exhaust gas reflux control by certainly grasping an oxygen concentration in exhaust gas flowed back to an intake system.

SOLUTION: A diesel engine 20 is equipped with an EGR device for flowing back a part of exhaust gas to an intake pipe 22 through an EGR passage 35. An ECU 10 detects an EGR gas amount flowed back per each intake stroke, and also detects an oxygen concentration in exhaust gas per each exhaust stroke. An oxygen concentration memory 10a for EGR gas, arranged in the ECU 10, has a plurality of memory regions, and the history of the detected oxygen concentration in exhaust gas is memorized at any time in the memory 10a. The ECU 10 calculates the oxygen concentration in the exhaust gas (oxygen concentration in EGR gas) flowed back to an intake pipe 22 from a memory value memorized before only the reflux delay time of exhaust gas according to the length of the EGR passage 35 that the EGR gas amount occupies, and controls an exhaust gas reflux amount by using the calculated oxygen concentration in EGR gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3329711

[Date of registration] 19.07.2002

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine which flows back in an inhalation-of-air system through an exhaust gas reflux path in a part of an internal combustion engine's exhaust gas An amount detection means of exhaust gas reflux to detect the amount of exhaust gas which flows back for every intake stroke through said exhaust gas reflux path, An exhaust gas oxygen density detection means to detect the oxygen density in exhaust gas for every exhaust stroke, The die length in the memory which memorizes the hysteresis of the oxygen density in said detected exhaust gas at any time, and said exhaust gas reflux path which said detected amount of exhaust gas reflux occupies is found. A reflux gas oxygen density calculation means to compute the oxygen density of the exhaust gas which flows back in an inhalation-of-air system from the memory value which memorized only the reflux time delay of the exhaust gas according to the die length before, The exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine characterized by having the amount control means of exhaust gas reflux which controls the amount of exhaust gas reflux using the oxygen density of the computed this reflux exhaust gas.

[Claim 2] the exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine according to claim 1 which said memory has two or more storage regions, it is equipment which carries out storage maintenance of the hysteresis of an exhaust gas oxygen density for every field of the, and said reflux gas oxygen density calculation means reads the oxygen density memory value of the number equivalent to said detected amount of exhaust gas reflux, and computes the oxygen density of reflux exhaust gas based on this memory value that carried out reading appearance.

[Claim 3] It is the exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine which computes the oxygen density of reflux exhaust gas by said reflux gas oxygen density calculation means equalizing the memory value of said oxygen density in an exhaust gas reflux control unit according to claim 2.

[Claim 4] The exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine which makes the memory area of the number equivalent to said detected amount of exhaust gas reflux memorize the detection value of the exhaust gas oxygen density at that time in an exhaust gas reflux control unit according to claim 2 or 3.

[Claim 5] The exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 4 which updates said memory in the exhaust gas reflux control unit applied to the Taki cylinder internal combustion engine in the exhaust gas oxygen density of other gas columns which eliminate the memory value of the used exhaust gas oxygen density concerned, and become like an exhaust air line instead at the time in case the amount of exhaust gas reflux is controlled using the memory value of said exhaust gas oxygen density.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is applied to the internal combustion engine which flows back in an inhalation-of-air system in a part of exhaust gas, and relates to the exhaust gas reflux control unit which controls the amount of exhaust gas reflux suitably.

[0002]

[Description of the Prior Art] As the way method for reducing the nitrogen oxides (NO_x) in exhaust gas, the exhaust gas reflux equipment (henceforth EGR equipment) it was made to make a part of exhaust gas flow back to an engine inlet pipe is materialized. The oxygen density in the exhaust gas discharged from a gas column is detected, and the amount of exhaust gas reflux (the amount of EGR(s)) is controlled by the internal combustion engine possessing such EGR equipment according to the this detected exhaust gas oxygen density. An EGR valve is specifically prepared in the middle of the EGR path which connects an engine exhaust pipe and an engine inlet pipe, and the opening of this EGR valve is adjusted. In this case, he was trying to calculate the control-command value of an EGR valve using the exhaust gas oxygen density which detected the exhaust gas oxygen density for every exhaust stroke of a gas column, and was generally detected before [a cycle of] 1 combustion.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned conventional technique, when a duration (reflux time delay) until there are few amounts of EGR(s) and exhaust gas flows back to an engine inlet pipe via an EGR path is prolonged, an exhaust gas oxygen density separates from an actual value, as a result the problem that the control precision of EGR control gets worse arises. This is carrying out EGR control based on the exhaust gas oxygen density in front of 1 combustion cycle, and is considered to be because for the oxygen density of the exhaust gas (EGR gas) which actually flows back to an engine inlet pipe to be incorrect-detected.

[0004] For example, while the quantity of the fuel amount of supply to an internal combustion engine is increased at the time of acceleration of a car, an EGR valve is controlled at a close side to maintain the balance of the fuel amount of supply in that case, and the amount of inhalation oxygen in a cylinder. An exhaust gas oxygen density falls at the time of this fuel increase in quantity. Moreover, while the amount of EGR(s) decreases, a reflux time delay increases. Originally the EGR gas (exhaust gas inhaled in a cylinder) which actually flows back to an engine inlet pipe like an engine's inhalation-of-air line at this time has an oxygen density value before acceleration, in order to once pile up in an EGR path, but conventionally, with equipment, since it is not taking the reflux time delay into consideration, it will consider that this oxygen density is a value actually smaller than a value. Consequently, much oxygen is inhaled by the gas column rather than the optimal amount of inhalation oxygen in a cylinder to the fuel amount of supply, and it is NO_x. The problem of increasing superfluously arises.

[0005] It is offering the exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine which this invention's can be made paying attention to the above-mentioned problem, and the place made into the purpose can grasp correctly the oxygen density of the exhaust gas which flows back in an inhalation-of-air system, as a result can carry out exhaust gas reflux control with a sufficient precision.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention according to claim 1 In the exhaust gas reflux control unit of the internal combustion engine which flows back in an inhalation-of-air system through an exhaust gas reflux path in a part of an internal combustion engine's exhaust gas An amount detection means of exhaust gas reflux to detect the amount of exhaust gas which

flows back for every intake stroke through said exhaust gas reflux path, An exhaust gas oxygen density detection means to detect the oxygen density in exhaust gas for every exhaust stroke, The die length in the memory which memorizes the hysteresis of the oxygen density in said detected exhaust gas at any time, and said exhaust gas reflux path which said detected amount of exhaust gas reflux occupies is found. From the memory value which memorized only the reflux time delay of the exhaust gas according to the die length before, it has a reflux gas oxygen density calculation means to compute the oxygen density of the exhaust gas which flows back in an inhalation-of-air system, and the amount control means of exhaust gas reflux which controls the amount of exhaust gas reflux using the oxygen density of the this computed reflux exhaust gas.

[0007] According to the above-mentioned configuration, the exhaust gas oxygen density detected for every exhaust stroke is stored in memory sequentially from old data, and the memory value is suitably read at the time of control of the amount of exhaust gas reflux. Moreover, it is called for the exhaust gas of which in said reflux path more by the way, the die length in the exhaust gas reflux path which the occasional amount of exhaust gas reflux occupies, i.e., an engine's inhalation-of-air line, sets, and flows back in an inhalation-of-air system. In this case, only the reflux time delay according to the die length of said exhaust gas reflux path computes the oxygen density of the exhaust gas (reflux exhaust gas) which actually flows back using a front memory value (detection value of an exhaust gas oxygen density), and the amount of inhalation oxygen in a cylinder can control it by controlling the amount of exhaust gas reflux based on that calculation value proper at the time of transient operation of car acceleration and deceleration etc. That is, conventionally, equipment differs and is NOx. The fault that a discharge increases superfluously is cancelable. As a result, the oxygen density of the exhaust gas which flows back in an inhalation-of-air system can be grasped correctly, as a result exhaust gas reflux control can be carried out with a sufficient precision. Incidentally, as for a front memory value, only a reflux time delay points out the oxygen density data of the exhaust gas nearest to an engine inlet pipe in an exhaust gas reflux path, i.e., exhaust gas just before being emitted to an inhalation-of-air system.

[0008] in invention according to claim 2, said memory has two or more storage regions, and it is equipment which carries out storage maintenance of the hysteresis of an exhaust gas oxygen density for every field of the, and said reflux gas oxygen density calculation means reads the oxygen density memory value of the number equivalent to said detected amount of exhaust gas reflux, and computes the oxygen density of reflux exhaust gas based on this memory value that carried out reading appearance. In addition, you may make it compute the oxygen density of reflux exhaust gas by equalizing the memory value of said oxygen density here, as indicated to claim 3.

[0009] According to the configuration of claims 2 and 3, the oxygen density of the reflux exhaust gas reflecting a reflux time delay can compute easily and correctly by reading the memory value of the oxygen density of the number according to the amount of exhaust gas reflux. If all the oxygen densities of the exhaust gas which exists in an exhaust gas reflux path are the same at this time, the same memory value will be read on the occasion of calculation of a reflux exhaust gas oxygen density, and if the oxygen densities of the exhaust gas which exists in this path differ, a different memory value on the occasion of calculation of a reflux exhaust gas oxygen density will be read.

[0010] The memory area of the number equivalent to said detected amount of exhaust gas reflux is made to memorize the detection value of the exhaust gas oxygen density at that time in invention according to claim 4. In this case, the same detection value is written in the memory area of the number equivalent to the amount of exhaust gas reflux, and it is suitably read at the time of oxygen density calculation of subsequent reflux exhaust gas.

[0011] By invention according to claim 5, in case the amount of exhaust gas reflux is controlled using the memory value of an exhaust gas oxygen density, the memory value of the used exhaust gas oxygen density concerned is eliminated, and said memory is updated in the exhaust gas oxygen density of other gas columns which become like an exhaust air line instead at the time. In this case, the exhaust gas oxygen density detected for every gas column of the Taki cylinder internal combustion engine can manage by the same memory, and can contribute to reduction of memory space.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of the 1 operation which materialized this invention is explained according to a drawing. Drawing 1 is the block diagram showing the outline of the electronic control system of the diesel power plant for cars in the gestalt of this operation. the microcomputer with which the electronic control (henceforth ECU) 10 in the electronic control system of drawing 1 consists of CPU, well-known ROM and well-known RAM, backup RAM, etc. -- a subject -- carrying out -- the control

command signal of ECU10 -- electromagnetism -- the drive-type distributor type pump 11 drives and a high-pressure fuel is supplied to a diesel power plant 20. That is, a fuel injection nozzle 13 is fed with the high-pressure fuel compressed by the distributor type pump 11 through the fuel distribution path 12, and a fuel injection nozzle 13 injects a fuel to the secondary combustion chamber 21 of a diesel power plant 20. In addition, the diesel power plant 20 of the gestalt of this operation -- the 1- having the 4th (#1-#4) four gas column, the combustion sequence of each gas column has become #1 ->#3 ->#4 ->#2.

[0013] A diesel power plant 20 has an inlet pipe 22 and an exhaust pipe 23, and these inlet pipes 22 and an exhaust pipe 23 are opening it for free passage to the main combustion chamber 26 through an intake valve 24 and the exhaust air bulb 25. This main combustion chamber 26 is open for free passage to said secondary combustion chamber 21 through the free passage way 27. Therefore, if injection supply of the fuel is carried out into a secondary combustion chamber 21 from a fuel injection nozzle 13 at the time of compression of the inhalation air in a cylinder accompanying upper ** of a piston 28, compression ignition of the fuel concerned will be carried out, and combustion will be presented with it.

[0014] Moreover, the diesel power plant 20 is equipped with the turbocharger 14 which constitutes a supercharger, compressor 14a of a turbocharger 14 is prepared in said inlet pipe 22, and exhaust gas turbine 14b of a turbocharger 14 is prepared in said exhaust pipe 23. As everyone knows, a turbocharger 14 rotates exhaust gas turbine 14b using the energy of exhaust gas, rotates compressor 14a on the same axle, and carries out the pressure up of the inhalation air. By carrying out the pressure up of the inhalation air, the air of high density is sent into a main combustion chamber 26, and the output of a diesel power plant 20 is amplified.

[0015] The inhalation-of-air throttle valve 16 interlocked with an accelerator pedal 15 is formed in the downstream of compressor 14a. The closing motion location of this inhalation-of-air throttle valve 16 is detected by the accelerator opening sensor 17 as accelerator opening, and the this detected accelerator opening signal is inputted into ECU10.

[0016] The amount sensor 30 of new mind inhalation for detecting the amount of new mind inhalation inhaled by the inlet pipe 22 is formed in the upstream of the above-mentioned compressor 14a, and the amount signal of new mind inhalation detected by this amount sensor 30 of new mind inhalation is inputted into ECU10. The amount sensor 30 of new mind inhalation consists of a heat ray type air flow meter constituted by arranging a heat ray in an inlet pipe 22, and the mass flow rate of inhalation new mind is detected according to stripping of the heat from the heated heat ray (resistor).

[0017] Moreover, in addition to this, a sensor 31 and the intake-pressure sensor 32 for detecting the pressure-of-induction-pipe force are formed in an inlet pipe 22 whenever [for detecting the temperature of new mind / new atmospheric temperature], and the detecting signal of each sensors 31 and 32 is inputted into ECU10. Furthermore, the rotational frequency sensor 33 for detecting an engine speed is arranged by the drive shaft which said distributor type pump 11 does not illustrate, and the detecting signal of this sensor 33 is inputted into ECU10.

[0018] Subsequently, the outline of EGR equipment prepared in this engine system is explained. In the exhaust pipe 23, the EGR path 35 is branched and established in the upstream of exhaust gas turbine 14b, and this EGR path 35 is connected to the inlet pipe 22 through the intermediate EGR valve 36. By this EGR path 35, a part of exhaust gas in an exhaust pipe 23 flows back near the suction port of an inlet pipe 22.

[0019] The EGR valve 36 for adjusting the amount of exhaust gas reflux (the amount of EGR gas) has the valve element 37 for opening and closing the EGR path 35, and is made to operate with diaphragm 38 to this valve element 37. Said amount of EGR gas is determined by the amount of lifts of this valve element 37. The pressure room 40 in which the compression coil spring 39 was installed is formed behind diaphragm 38, and the negative pressure-limiting valve 42 is connected to this pressure room 40 through the pressure installation tubing 41. Negative pressure installation port 42b which leads to atmospheric-air installation port 42a which leads to atmospheric air, and a vacuum pump 43 is prepared in the negative pressure-limiting valve 42. The negative pressure of the pressure room 40 is adjusted by atmospheric air and negative pressure changing by the negative pressure-limiting valve 42, and being controlled.

[0020] For example, if the negative pressure in the pressure room 40 increases, a compression coil spring 39 will be resisted, diaphragm 38 will displace above the drawing, and a valve element 37 will carry out a lift drive. In this way, by carrying out the lift drive of the valve element 37, the amount of EGR gas led to an inlet pipe 22 from an exhaust pipe 23 through the EGR path 35 is adjusted. Lift actuation of a valve element 37 is controlled by the lift command signal outputted to a negative pressure-limiting valve 42 from ECU10. The detail is mentioned later.

[0021] Moreover, the EGR gas temperature sensor 44 for detecting the temperature of EGR gas is formed in

the middle of EGR path 35, and the detecting signal of this sensor 44 is inputted into ECU10.

[0022] ECU10 detects an engine operation condition based on the detecting signal of the various above-mentioned sensors. Specifically based on the detecting signal of the accelerator opening sensor 17, the EGR gas temperature TE is computed [the accelerator opening VA / based on the detecting signal of the amount sensor 30 of new mind inhalation / the amount GA of new mind inhalation / based on / whenever / new atmospheric temperature / the detecting signal of a sensor 31 / TA / an intake pressure PM] for an engine speed NE based on the detecting signal of the EGR gas temperature sensor 44 based on the detecting signal of the engine-speed sensor 33, respectively based on the detecting signal of the intake-pressure sensor 32 whenever [new atmospheric temperature].

[0023] Moreover, ECU10 computes the fuel oil consumption QF by the distributor type pump 11 according to the engine operation condition computed like the above, outputs the command signal based on the calculation value to said fuel injection pump 11, and makes a diesel power plant 20 supply a fuel from a fuel injection nozzle 13. Furthermore, ECU10 determines the target opening (lift command value of a valve element 37) of the EGR valve 36 according to the above-mentioned engine operation condition, and makes the above-mentioned negative pressure-limiting valve 42 drive based on the command value.

[0024] On the other hand, ECU10 detects the oxygen density in the exhaust gas discharged from each gas column of a diesel power plant 20 (exhaust gas oxygen density psiO_2), and memorizes the detection value at any time to EGR gas oxygen density memory 10a. As shown in drawing 8, this memory 10a has ten fields of memory address "m" - "m+9", and storage maintenance of the exhaust gas oxygen density psiO_2 detected for every exhaust stroke of #1 - # 4-cylinder is carried out in each field. Here, a psiO binary suffix (gas column number) expresses that the same thing is the same value (value detected like the same exhaust air line), and the number of the field where the same value is stored ****s in the amount of EGR gas which flows back to an inlet pipe 22 through the EGR valve 36. Memory address m-m +9 means the location in the EGR path 35 from the branch point with an exhaust pipe 23 to the EGR valve 36.

[0025] Each exhaust gas oxygen density psiO_2 memorized by the memory 10a concerned supports the oxygen density in the EGR gas by which exists in the EGR path 35 and sequential reflux is carried out at an inlet pipe 22 (EGR gas oxygen density psiEO_2), and ECU10 is beginning to read suitably "the psiO binary" in memory 10a, and calculates "the psiEO binary." In addition, the m-th psiO binary ($\text{psiO}_2\#3$ on the left-hand side of drawing 8) in the memory 10a concerned is the oldest, and this is equivalent to the oxygen density of the EGR gas in the field nearest to the parenchyma top EGR valve 36. Moreover, the m+9th psiO binary ($\text{psiO}_2\#2$ on the left-hand side of drawing 8) is the newest, and this is equivalent to the oxygen density of the EGR gas in the most distant field from the parenchyma top EGR valve 36.

[0026] Next, an operation of the electronic control system in the gestalt of this operation is explained. Drawing 3 and 4 are flow charts which show the EGR valve-control routine for realizing control action in the gestalt of this operation, and this routine is performed by ECU10 for every (every [If it is a 4-cylinder] 180-degreeCA) fuel injection of each gas column. According to this routine, the lift command value of the EGR valve 36 is computed so that the amount of inhalation oxygen in a cylinder may be made in agreement with desired value, and the opening of the EGR valve 36 is controlled by this lift command value.

[0027] Now, if the above-mentioned routine starts, ECU10 will read TA and the EGR gas temperature TE at step 110 first whenever [accelerator opening VA, engine-speed NE, amount GA of new mind inhalation, intake-pressure PM, and new atmospheric temperature]. Moreover, ECU10 computes fuel oil consumption QF by the well-known approach at continuing step 120. Generally, fuel oil consumption QF is computed by the map retrieval in ROM of ECU10 according to the occasional accelerator opening VA and occasional engine speed NE.

[0028] Then, ECU10 computes the desired value (henceforth the amount GTT of target inhalation oxygen) of the amount of basic lifts of the EGR valve 36 (henceforth the basic lift command value SBS), and the amount of inhalation oxygen into a cylinder by respectively different map retrieval in ROM at step 130,140. That is, at step 130,140, the basic lift command value SBS and the amount GTT of target inhalation oxygen are computed from the occasional fuel oil consumption QF and occasional engine speed NE. The amount GTT of target inhalation oxygen may be made to be given here as a map value reflecting the accelerator opening VA as an acceleration demand.

[0029] Next, ECU10 computes EGR gas oxygen density psiEO_2 at step 150. At this time, ECU10 computes EGR gas oxygen density psiEO_2 using TA, the EGR gas temperature TE, etc. according to the procedure of drawing 5 mentioned later whenever [exhaust gas oxygen density / in EGR gas oxygen density memory 10a / psiO_2 , other engine-speeds NE and amount GA of new mind inhalation, intake-pressure PM, and new atmospheric temperature].

[0030] Moreover, ECU10 computes the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder at step 160. At this time, ECU10 computes the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder using EGR gas oxygen density psiEO_2 computed at said step 150 according to the procedure of drawing 6 mentioned later.

[0031] Then, ECU10 distinguishes whether the absolute value ($|\text{GTO}_2 - \text{GTT}|$) of both difference is in predetermined tolerance using said amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder and amount GTT of target inhalation oxygen which were computed at step 170. If $|\text{GTO}_2 - \text{GTT}|$ is outside tolerance, ECU10 will consider that amendment is required to an EGR lift command value. In this case, ECU10 carries out negative distinction of step 170, processes step 180, 190, and progresses to step 200 of drawing 4 after that processing.

[0032] That is, when $|\text{GTO}_2 - \text{GTT}|$ becomes the outside of tolerance, ECU10 actually computes deflection deltaGT ($=\text{GTO}_2 - \text{GTT}$) with a value with the desired value of the amount of inhalation oxygen in a cylinder at step 180. Moreover, ECU10 computes the lift command correction value SK of the EGR valve 36 according to the well-known PID-control technique at continuing step 190, using deflection deltaGT which carried out [above-mentioned] calculation.

[0033] If $|\text{GTO}_2 - \text{GTT}|$ is in tolerance, it will be considered that ECU10 has unnecessary amendment of an EGR lift command value. in this case, ECU10 -- step 170 -- affirmation distinction -- carrying out -- step 180, 190 -- a skip -- it progresses to step 200 of drawing 4 as it is.

[0034] At step 200 of drawing 4, ECU10 computes the last lift command value SED of the EGR valve 36. Here, if said step 170 is YES, since the lift command correction value SK is not computed, ECU10 makes the basic lift command value SBS computed at said step 130 the last lift command value SED ($\text{SED} = \text{SBS}$). Moreover, if said step 170 is NO, ECU10 will compute the last lift command value SED by adding the lift command correction value SK of said step 190 to the basic lift command value SBS of said step 130 ($\text{SED} = \text{SBS} + \text{SK}$).

[0035] As for the EGR valve 36, the opening is controlled based on said computed last lift command value SED. The negative pressure controlled by the negative pressure-limiting valve 42 is specifically controlled by the value according to the last lift command value SED, and the this controlled negative pressure is introduced into the pressure room 40 of the EGR valve 36. and -- a part for the negative pressure introduced into this pressure room 40 -- the EGR valve 36 -- open -- or it closed-operations, and the quantity of EGR gas is increased [the quantity of it] or decreased.

[0036] At step 210 after calculation of a SED value, ECU10 computes the oxygen density in the exhaust gas discharged after combustion (exhaust gas oxygen density psiO_2). At this time, ECU10 computes the exhaust gas oxygen density psiO_2 using said computed fuel oil consumption QF, the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder, etc. according to the procedure of drawing 7 mentioned later.

[0037] Moreover, at step 220, ECU10 attaches the gas column number (#1-#4) which becomes like an exhaust air line about said computed exhaust gas oxygen density psiO_2 at the time, memorizes it to EGR gas oxygen density memory 10a, and ends this routine after that. The psiO binary memorized by memory 10a is stored in the memory free area of drawing 8 as the newest psiO binary in that case (for example, m+8 on the right-hand side of drawing 8, the m+9th street).

[0038] Drawing 5 is a flow chart which shows the calculation subroutine of EGR gas oxygen density psiEO_2 in step 150 in said drawing 3. In drawing 5, ECU10 changes the unit of said read amount GA of new mind inhalation into convenient [convenient mol/cyl] for subsequent operations from [g/cyl] at step 151 first, and computes amount GA of new mind inhalation' in the [mol/cyl] unit. Moreover, ECU10 computes amount (total capacity inhaled in cylinder) GT of inspired gas in cylinder 300 at the time of whenever [in a cylinder / suction-gas-temperature] being 300 [K]' [a mol/cyl] at continuing step 152. At this time, a GT300' value is computed by the map retrieval in ROM according to that occasional engine speed NE and occasional intake pressure PM.

[0039] Then, ECU10 computes amount GT of inspired gas in cylinder' [a mol/cyl] according to TA and the EGR gas temperature TE whenever [occasional new atmospheric temperature] using said computed amount GA of new mind inhalation' [a mol/cyl], and amount GT of inspired gas in cylinder 300 of 300 [K]' [a mol/cyl] at step 153. In a detail, amount GT of inspired gas in cylinder' [a mol/cyl] is computed according to the following formula (1) drawn from the relational expression with which the amount of inspired gas in a cylinder is in inverse proportion to whenever [in a cylinder / suction-gas-temperature], and the relational expression with which whenever [in a cylinder / suction-gas-temperature] can be found from the ratio of each capacity of TA and the EGR gas temperature TE whenever [new atmospheric temperature].

[0040]

[Equation 1]

$$GT' = \frac{300 \cdot GT300' + (TE - TA) GA'}{TE} \quad \dots (1)$$

[0041] Then, ECU10 is amount GEof EGR gas' [a mol/cyl] inhaled in a cylinder at step 154 from said computed amount GAof new mind inhalation', and amount GTof inspired gas in cylinder' GE'=GT' - It computes as GA'.

[0042] Next, ECU10 computes the volume (EGR gas volume VE [a liter]) which said computed amount GEof EGR gas' occupies in the EGR path 35 at step 155. Here, while computing an exhaust pressure PE [atm.abs.] by map retrieval in ROM from the engine speed NE at that time, and fuel oil consumption QF, the EGR gas volume VE [a liter] is computed by the following formula (2).

[0043]

[Equation 2]

$$VE = 22.4 \cdot GE' \cdot \frac{1}{PE} \cdot \frac{TE + 273}{300} \quad \dots (2)$$

[0044] That is, the EGR gas volume VE is computed based on an exhaust pressure PE, amount GEof EGR gas', and the EGR gas temperature TE. In the above-mentioned formula (2), a multiplier "22.4" is equivalent to the gas capacity per mol in reference condition (atmospheric pressure).

[0045] At step 156, ECU10 computes after that path die-length LE [mm] which the EGR gas inhaled by the gas column occupies in the EGR path 35 based on said computed EGR gas volume VE like this inhalation-of-air line.

[0046]

$$LE = VE \cdot 1000 / AE \quad \dots (3)$$

In the above-mentioned formula (3), "AE" is the cross section [mm²] of the EGR path 35. Then, ECU10 computes the several Ns psiO binary address which should be read from said computed path die-length LE and path die-length deltaL per 1st street to concerned memory 10a of EGR gas oxygen density memory 10a at step 157 by the following formula (4).

[0047]

$$N = LE / \delta L \quad \dots (4)$$

However, below decimal point omits in the N-ary computed by the formula (4). Here, when the total of the field of memory 10a is set to "10" as shown in drawing 8, and the overall length (die length from the branch point with an exhaust pipe 23 to the EGR valve 36) of the EGR path 35 is set to "L", path die-length deltaL per 1st memory is set to deltaL=L/10. Incidentally, deltaL is the characteristic value for every system determined in the overall length L of the EGR path 35, and the total of a memory area.

[0048] Finally, ECU10 computes EGR gas oxygen density psiEO2 using the following formula (5) based on said computed memory value for a several Ns address (psiO binary) at step 158.

[0049]

$$\text{psiEO2} = (\text{psiO21} + \text{psiO22} + \dots + \text{psiO2 Ns}) / N \quad \dots (5)$$

that is, the psiO binary for the several Ns address of EGR gas oxygen density memory 10a is read from an old thing, and the addition average of this psiO binary that carried out reading appearance is carried out.

[0050] In EGR gas oxygen density memory 10a shown in drawing 8, EGR gas oxygen density psiEO2 is computed by reading the m+1st "two psiO binary with a small memory address, i.e., m, and psiO2#3" in the case of N= 2, and carrying out the addition average of the equivalent.

[0051] Drawing 6 is a flow chart which shows the calculation subroutine of the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder in step 160 in said drawing 3. In drawing 6, ECU10 computes amount GTOof inhalation oxygen in cylinder2' in the [mol/cyl] unit at step 161. The following formula (6) drawn from the relation in which the amount of inhalation oxygen in a cylinder can be found from the sum of the amount of oxygen in new mind and the amount of oxygen in EGR gas at this time is followed. Amount GAof new mind inhalation' [a mol/cyl], the amount GT of inspired gas in a cylinder -- '[mol / cyl]', and EGR gas oxygen density psiEO2 computed at said step 150 to the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder' is computed.

[0052]

$$GTO2' = 0.21 \text{ and } GA' + \text{psiEO2} \cdot (GT' - GA') \quad \dots (6)$$

In a formula (6), the preceding clause of the right-hand side computes the amount of oxygen in new mind

from the product of amount GA of new mind inhalation', and the oxygen density (about 21%) in the new mind concerned, and a consequent computes the amount of oxygen in EGR gas from the product of the amount of EGR gas (GT' - GA'), and oxygen density psiEO2 in the EGR gas concerned.

[0053] Moreover, ECU10 computes the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder in the [g/cyl] unit at continuing step 162 by changing the unit of said computed amount GTO of inhalation oxygen in cylinder2' into [g/cyl] from [a mol/cyl]. This subroutine is ended after GTO binary unit conversion. In this way, the computed amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder is used for the feedback control of the amount of inhalation oxygen in a cylinder as it was mentioned above (steps 170-190 of said drawing 3).

[0054] Drawing 7 is a flow chart which shows the calculation subroutine of the exhaust gas oxygen density psiO2 in step 210 in said drawing 4 . Setting to drawing 7 , ECU10 is CH2 from [g/cyl] about the unit of fuel oil consumption QF at step 211 first. It changes per [the mol/cyl] in conversion, and is CH2. Fuel-oil-consumption QCH2 in conversion' [a mol/cyl] is computed. Here, it is CH2. Conversion are for replacing the presentation of a fuel (gas oil) expressed with "CHn" by "CH2", and facilitating and calculating the reaction at the time of fuel combustion.

[0055] ECU10 computes at continuing step 212, the oxygen density psiO2, i.e., the exhaust gas oxygen density, in the exhaust gas discharged like the exhaust air line after combustion. At this time, the exhaust gas oxygen density psiO2 is computed using amount GTO of inhalation oxygen in cylinder 2' [a mol/cyl], amount GT of inspired gas in cylinder' [a mol/cyl], and fuel-oil-consumption QCH2' [a mol/cyl] according to the following formula (7) for which it asked, having assumed that the inspired gas in a cylinder and the injection fuel into a cylinder burn completely.

[0056]

[Equation 3]

$$\psi O2 = \frac{GTO2' - 1.5 \cdot QCH2'}{GT' + 0.5 \cdot QCH2'} \quad \dots (7)$$

[0057] the case where it is assumed in short that fuel "CH2" 1 mol burns completely -- one-mol CH2 O2 [3/2-mol] burning -- as a result -- one-mol CO2 One mol H2O is generated (CH2 -> CO2 + H2 O-3 / 2O2). In this case, in the aforementioned formula (7), the denominator of the right-hand side is equivalent to the total capacity discharged when a fuel burns completely, and a molecule is equivalent to the total amount of oxygen discharged when a fuel burns completely. Therefore, the exhaust gas oxygen density psiO2 is computable by doing the division of the total amount of oxygen in exhaust gas with total capacity.

[0058] ECU10 memorizes the exhaust gas oxygen density psiO2 computed like the above at any time to EGR gas oxygen density memory 10a. The exhaust gas oxygen density psiO2 memorized by this memory 10a is read one by one at the time of calculation of EGR gas oxygen density psiEO2 as it mentioned above (step 158 of said drawing 5).

[0059] Here, the data update procedure of EGR gas concentration concentration memory 10a is explained. As shown in drawing 8 , in memory 10a before updating (left-hand side of drawing), #3, #4, the exhaust gas oxygen density psiO2#3 of # 2 cylinder, psiO2#4, and psiO2#2 are memorized according to the combustion sequence of a diesel power plant 20. The "psiO2#2" is memorized [the "psiO2#3"] for the "psiO2#4" by 3rd [+] m-m at the m+7 to m+9th street at the m+4 to m+6th street, respectively. [same] [same] [same] The number of the field where the same value is memorized supports the amount of EGR gas at the time of psiO binary detection.

[0060] When the following combustion gas column is # 2 cylinder, while the amount GE of EGR gas is computed about the # 2 cylinder concerned, the several Ns memory address corresponding to exhaust gas path die-length LE which the EGR gas concerned occupies, and this LE is computed (steps 154-157 of said drawing 5 R> 5). If a several Ns memory address is "2" at this time, m and the m+1st values (drawing both psiO2#3) will be read from memory 10a before updating (left-hand side of drawing 8), and it will be used for calculation of EGR gas oxygen density psiEO2 (step 158 of drawing 5). The value is eliminated at the same time m and the m+1st values (psiO2#3) are read. And the m+2 to m+9th values advance, and are stored so that the free area of memory 10a may be buried.

[0061] Then, the exhaust gas oxygen density psiO2 is computed about the gas column from which # 2 cylinder becomes like an exhaust air line by the way [line / inhalation-of-air], i.e., # 1 cylinder, (step 210 of said drawing 4). And the computed this exhaust gas oxygen density psiO2#1 is memorized by the free area (m+8, the m+9th street) of said memory 10a. Thus, in EGR gas oxygen density memory 10a, psiO binary an outflow and inflow actuation are carried out repeatedly.

[0062] Drawing 2 is a timing diagram which shows the outline of the above-mentioned actuation more

concretely. In drawing 2, before time of day t1 (the time of day t2 or subsequent ones is the same), the accelerator opening VA is held at abbreviation regularity, and stationary transit of the car is carried out. Therefore, engine-speed NE, fuel oil consumption QF, EGR gas oxygen density psiEO2, EGR opening (opening of the EGR valve 36), and the amounts GTO2 and NOx of inhalation oxygen in a cylinder It is held while the yield has been abbreviation constant value.

[0063] If treading-in actuation of the accelerator pedal 15 is carried out at time of day t1 and acceleration is started, while fuel oil consumption QF increases in connection with it, an engine speed NE will go up. In addition, although the period when an engine speed NE is changed according to accelerator actuation is late for an accelerator actuation period a little in fact, for convenience, the treading-in actuation period (time of day t1-t2) of an accelerator and the fluctuation period of an engine speed NE are made the same, and drawing 2 shows it.

[0064] At time of day t1, EGR opening begins to decrease with accelerator actuation. Moreover, since the exhaust gas oxygen density detected for every exhaust stroke by the increment in fuel oil consumption QF falls, EGR gas oxygen density psiEO2 also begins to fall. Although the reflux time delay of exhaust gas increases by reduction of EGR opening and EGR gas oxygen density psiEO2 decreases little by little in fact by this reflux time delay at this time, since EGR gas oxygen density psiEO2 (exhaust gas oxygen density) in front of 1 combustion cycle is treated according to the equipment of the conventional existing, a reflux time delay will not be reflected, but as the broken line of drawing shows, EGR gas oxygen density psiEO2 will be estimated lower than a true value (continuous line). Therefore, to be shown in a broken line similarly, EGR opening will become small, more amounts GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder than an optimum value will be controlled, and it is NOx as a result. An yield increases superfluously.

[0065] On the other hand, with the gestalt of this operation, EGR gas oxygen density psiEO2 is computed in time of day t1-t2 in consideration of the reflux time delay of the EGR gas (exhaust gas) which piles up in the EGR path 35. Therefore, even if it is a case so that the reflux time delay of exhaust gas may increase at the time of reduction of EGR opening, the psiEO binary does not separate from a true value. Therefore, the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder corresponding to the ** psiEO binary is controlled by the optimum value. A good combustion condition is maintained as a result and it is NOx. Superfluous increase of an yield is prevented.

[0066] in addition, the amount detection means of exhaust gas reflux given [step 154 of said drawing 5] in a claim with the gestalt of this operation -- step 158 of said drawing 5 is equivalent to a reflux gas oxygen density calculation means, and said drawing 3 and steps 170-200 of 4 are equivalent to an exhaust gas oxygen density detection means for step 210 of said drawing 4 at the amount control means of exhaust gas reflux, respectively.

[0067] According to the gestalt of this operation explained in full detail above, the following effectiveness is acquired.

(a) With the gestalt of this operation, the die length in the exhaust gas oxygen density psi EGR path 35 which is detected for every exhaust stroke and which the occasional amount of EGR gas occupies while memorizing the hysteresis of O2 to EGR gas oxygen density memory 10a at any time is found, and the oxygen density (EGR gas oxygen density psiEO2) of the exhaust gas (EGR gas) which flows back to an inlet pipe 22 was computed from the memory value which memorized only the reflux time delay of the exhaust gas according to the die length before. And the amount of exhaust gas reflux (opening of the EGR valve 36) was controlled using the computed this psiEO binary. Therefore, the amount of inhalation oxygen in a cylinder can control proper at the time of transient operation of car acceleration and deceleration etc., and it is NOx. The fault that a discharge increases superfluously is cancelable. As a result, an EGR gas oxygen density can be grasped correctly, as a result EGR control can be carried out with a sufficient precision.

[0068] (b) EGR gas oxygen density psiEO2 was computed by establishing two or more storage regions in EGR gas oxygen density memory 10a, and reading the memory value of the number equivalent to the amount of EGR gas. In this case, EGR gas oxygen density psiEO2 reflecting a reflux time delay can compute easily and correctly.

[0069] (c) On the occasion of EGR control, the memory value of the exhaust gas oxygen density psiO2 after use is eliminated, and memory 10a was updated by the exhaust gas oxygen density psiO2 of other gas columns which become like an exhaust air line instead at the time. In this case, the exhaust gas oxygen density psiO2 detected for every gas column can manage in the same memory 10a, and can contribute to reduction of memory space.

[0070] (d) Moreover, with the gestalt of this operation, we decided to control the amount of exhaust gas

reflux (opening of the EGR valve 36) so that the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder might turn into the amount GTT of target inhalation oxygen according to an engine operation condition. At the time of car acceleration, the amount of EGR gas is stopped in order to make the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder increase according to the amount GTT of target inhalation oxygen (the EGR valve 36 controlled at a close side), and it is urged to increase in quantity of the amount of new mind inhalation. In this case, ideal burning can be realized, without the amounts of inhalation oxygen into a cylinder running short. Moreover, the acceleration engine performance is not spoiled at this time.

[0071] (e) On the occasion of calculation of EGR gas oxygen density psiEO_2 , the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder, and the exhaust gas oxygen density psiO_2 , it was made to calculate by mol conversion. therefore, psi -- each value of EO_2 , GTO2, and psiO_2 can compute correctly.

[0072] In addition, the gestalt of operation of this invention is realizable with the following gestalt in addition to the above. With the gestalt of the above-mentioned implementation, although ten fields were established in EGR gas oxygen density memory 10a, this configuration is changed. Ten or more (for example, 20 pieces) fields are established in this memory 10a, and the exhaust gas oxygen density psiO_2 is memorized at any time to each [these] field. In this case, path die-length ΔL per 1st memory becomes short, and a several Ns memory address is computed within the limits of 1-20 (step 157 of said drawing 5). Fine control is attained by making [many] the total of the field of memory 10a.

[0073] Moreover, the total n of the use field of EGR gas oxygen density memory 10a is made adjustable, and path die-length ΔL per 1st memory (= overall-length L/n) is changed suitably. For example, make Total n into a comparatively small value at the time of steady operation, and let Total n be a comparatively big value at the time of transient operation by the acceleration and deceleration of a car etc. according to the gestalt of this operation -- the oxygen density in the EGR path 35 -- abbreviation -- when uniform (at the time of steady operation), while the field of memory 10a to be used can be stopped to the minimum, when the oxygen density in the EGR path 35 is different by the inhalation-of-air tubeside an exhaust pipe side (at the time of transient operation), highly precise EGR control in consideration of a reflux time delay can be carried out.

[0074] with the gestalt of the above-mentioned implementation, in the routine of said drawing 5 , the exhaust gas oxygen density psiO_2 (psiO_{21} and psiO_{22} ... psiO_2 Ns) for the several Ns address of memory 10a according to the amount of EGR gas is read, and although EGR gas concentration psiEO_2 was computed from the addition average psiO binary [this] which carried out reading appearance, this configuration is changed. For example, as shown in said drawing 8 , when two or more memory values read are the same (drawing both $\text{psiO}_{2\#3}$), an addition average is not processed and $\text{psiO}_{2\#3}$ value is read as it is. An addition average is processed only when the memory values read differ. In this case, the operation load concerning an addition average is mitigable.

[0075] It can also constitute without giving gas column distinction data to the psiO binary memorized by EGR gas oxygen density memory 10a. Moreover, with the gestalt of the above-mentioned implementation, although the number of the same psiO binary in memory 10a was made to correspond to the amount of EGR gas, this configuration is changed. For example, the data of psiO_2 self and the number data of psiO_2 corresponding to the amount of EGR gas are memorized separately.

[0076] Distinction processing of step 170 is deleted in the routine of said drawing 3 in the gestalt of the above-mentioned implementation. In this case, deflection ΔGT of the amount of inhalation oxygen in a cylinder and the lift command correction value SK are always computed, and EGR gas oxygen density psiEO_2 is reflected in EGR control per hour.

[0077] It may consider as the configuration which detects the amount of EGR gas for every intake stroke with a flowmeter, or you may consider as the configuration which detects the exhaust gas oxygen density for every exhaust stroke by the oxygen density sensor (for example, limiting current type oxygen density sensor). In this case, an exhaust gas oxygen density detection means will be constituted from each above-mentioned sensor by the amount detection means of exhaust gas reflux given in a claim, and the list.

[0078] This is changed although the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder was controlled by the gestalt of the above-mentioned implementation to desired value by adjusting the opening of the EGR valve 36. The inhalation-of-air throttle valve 16 is made into the thing of an electronics control type, and you may make it control the amount GTO2 of inhalation oxygen in a cylinder to desired value by adjusting the opening of this inhalation-of-air throttle valve 16. In this case, at for example, the time of the car acceleration accompanying treading-in actuation of an accelerator pedal, the inhalation-of-air throttle valve 16 is controlled at an open side, it is urged to increase in quantity of the amount of new mind inhalation, and the amount of inhalation oxygen in a cylinder increases. Also in this configuration, ideal burning is

realizable.

[0079] With the gestalt of the above-mentioned implementation, although this invention was materialized to the EGR equipment of a 4-cylinder diesel power plant, this is changed. This invention may be applied to multiple cylinder engines other than a 4-cylinder, may be applied to a single-cylinder engine, or may be applied to a gasoline engine. Also in this case, it is NOx. A discharge can be reduced and the purpose of this invention is reached.

[Translation done.]

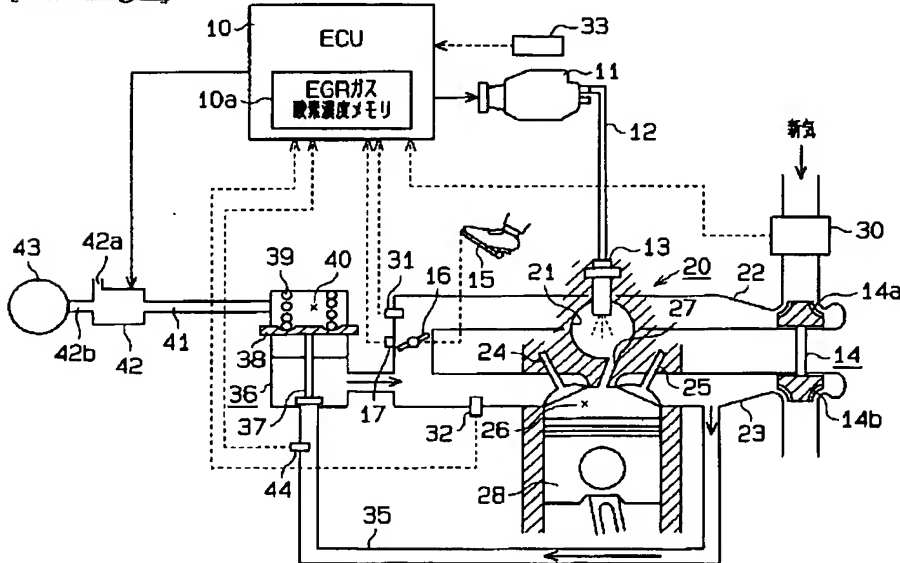
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

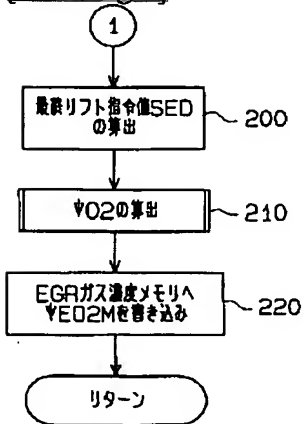
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

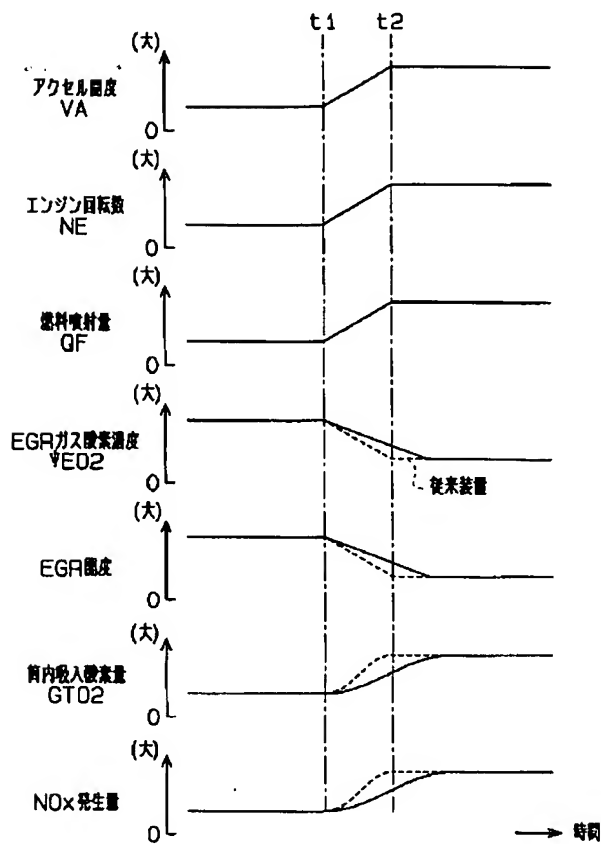
[Drawing 1]



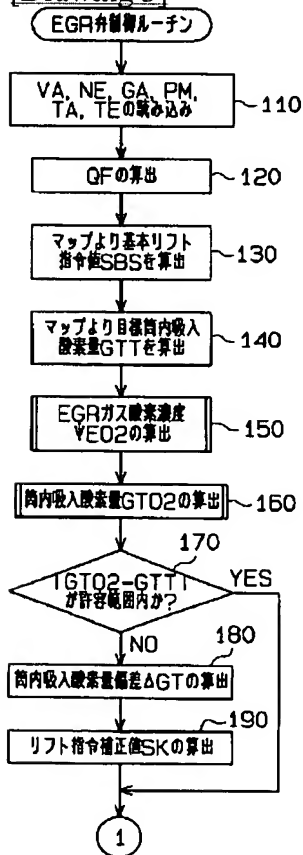
[Drawing 4]



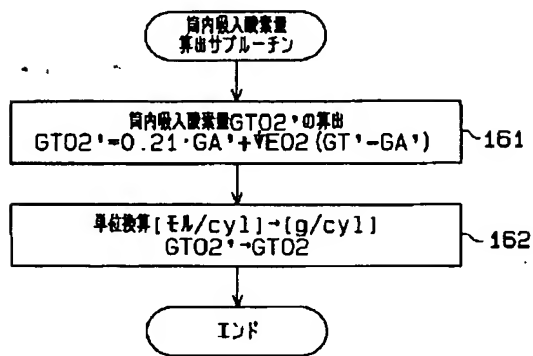
[Drawing 2]



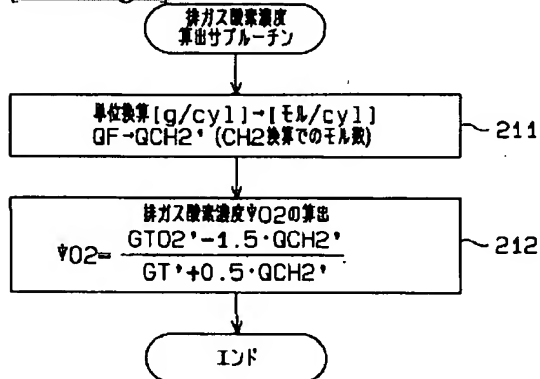
[Drawing 3]



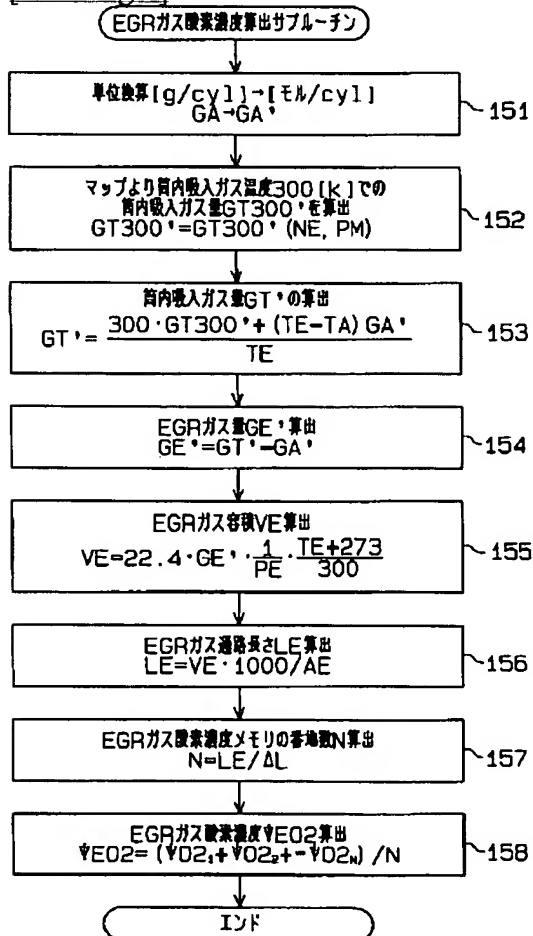
[Drawing 6]



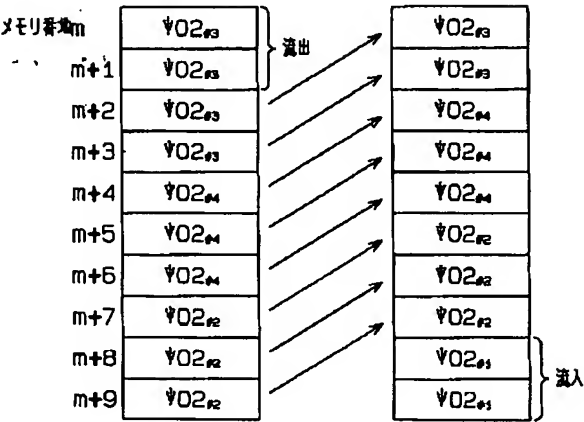
[Drawing 7]



[Drawing 5]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-159404

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 E
			5 5 0 P
	5 7 0		5 7 0 D
F 0 2 D 21/08	3 0 1	F 0 2 D 21/08	3 0 1 E
35/00	3 6 8	35/00	3 6 8 B
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平9-324517

(22) 出願日 平成9年(1997)11月26日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 中島 樹志

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 福間 隆雄

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

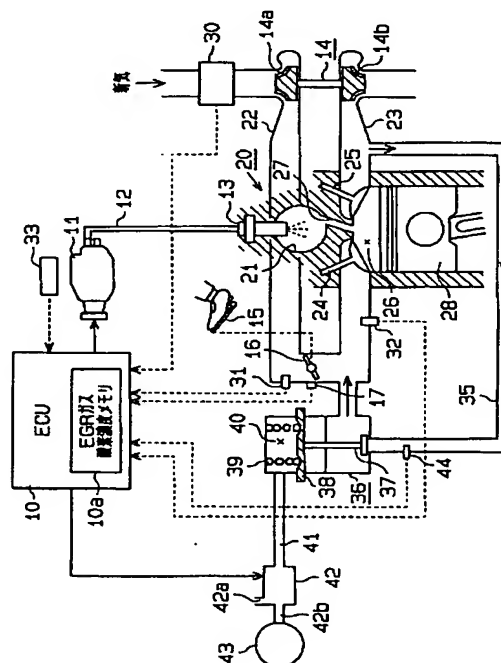
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排ガス還流制御装置

(57) 【要約】

【課題】 吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を正確に把握し、ひいては排ガス還流制御を精度良く実施する。

【解決手段】 ディーゼルエンジン20は、排ガスの一部をEGR通路35を介して吸気管22に還流するためのEGR装置を備える。ECU10は、吸気行程毎に還流されるEGRガス量を検出すると共に、排気行程毎に排ガス中の酸素濃度を検出する。ECU10内のEGRガス酸素濃度メモリ10bは複数の記憶領域を有し、同メモリ10aには前記検出した排ガス酸素濃度の履歴が随時記憶される。またECU10は、EGRガス量が占めるEGR通路35の長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気管22に還流される排ガスの酸素濃度(EGRガス酸素濃度)を算出し、該算出したEGRガス酸素濃度を用いて排ガス還流量を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の排ガスの一部を排ガス還流通路を介して吸気系に還流する内燃機関の排ガス還流制御装置において、

前記排ガス還流通路を介して吸気行程毎に還流される排ガス量を検出する排ガス還流量検出手段と、

排気行程毎に排ガス中の酸素濃度を検出する排ガス酸素濃度検出手段と、

前記検出した排ガス中の酸素濃度の履歴を随時記憶するメモリと、

前記検出した排ガス還流量が占める前記排ガス還流通路内の長さを求め、その長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を算出する還流ガス酸素濃度算出手段と、

該算出した還流排ガスの酸素濃度を用いて排ガス還流量を制御する排ガス還流量制御手段とを備えることを特徴とする内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項2】前記メモリは複数の記憶領域を有し、その領域毎に排ガス酸素濃度の履歴を記憶保持する装置であって、

前記還流ガス酸素濃度算出手段は、前記検出した排ガス還流量に相当する個数の酸素濃度メモリ値を読み出し、該読み出したメモリ値に基づき還流排ガスの酸素濃度を算出する請求項1に記載の内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項3】請求項2に記載の排ガス還流制御装置において、

前記還流ガス酸素濃度算出手段は、前記酸素濃度のメモリ値を平均化して還流排ガスの酸素濃度を算出する内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項4】請求項2又は請求項3に記載の排ガス還流制御装置において、

前記検出した排ガス還流量に相当する個数のメモリ領域に、その時の排ガス酸素濃度の検出値を記憶させる内燃機関の排ガス還流制御装置。

【請求項5】多気筒内燃機関に適用される排ガス還流制御装置において、

前記排ガス酸素濃度のメモリ値を用いて排ガス還流量を制御する際、当該用いた排ガス酸素濃度のメモリ値を消去し、代わりにその時点で排気行程となる他の気筒の排ガス酸素濃度にて前記メモリを更新する請求項1～請求項4のいずれかに記載の内燃機関の排ガス還流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、排ガスの一部を吸気系に還流する内燃機関に適用され、排ガス還流量を好適に制御する排ガス還流制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】排ガス中の窒素酸化物(NO_x)を低減する一手法として、排ガスの一部をエンジン吸気管に還流させるようにした排ガス還流装置(以下、EGR装置という)が具体化されている。こうしたEGR装置を具備する内燃機関では、気筒から排出される排ガス中の酸素濃度が検出され、該検出した排ガス酸素濃度に応じて排ガス還流量(EGR量)が制御される。具体的には、エンジン排気管とエンジン吸気管とを結ぶEGR通路の途中にEGR弁が設けられ、このEGR弁の開度が調整される。この場合一般には、気筒の排気行程毎に排ガス酸素濃度を検出し、1燃焼サイクル前に検出した排ガス酸素濃度を使ってEGR弁の制御指令値を演算するようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが上記従来技術では、EGR量が少なく、排ガスがEGR通路を経由してエンジン吸気管に還流されるまでの所要時間(還流遅れ時間)が長引く場合において、排ガス酸素濃度が実際の値からはずれ、ひいてはEGR制御の制御精度が悪化するという問題が生ずる。これは、1燃焼サイクル前の排ガス酸素濃度に基づきEGR制御を実施することで、実際にエンジン吸気管に還流される排ガス(EGRガス)の酸素濃度が誤検出されるためであると考えられる。

【0004】例えば車両の加速時には、内燃機関への燃料供給量が増量されると共に、その際の燃料供給量と筒内吸入酸素量とのバランスを維持するようEGR弁が閉側に制御される。この燃料増量時には排ガス酸素濃度が低下する。また、EGR量が減少すると共に還流遅れ時間が増大する。このとき、機関の吸気行程にて実際にエンジン吸気管に還流されるEGRガス(筒内に吸入される排ガス)は、EGR通路内で一旦滞留したものであるために、本来、加速前の酸素濃度値を有するが、従来装置では還流遅れ時間を考慮していないためにこの酸素濃度を実際値よりも小さい値とみなしてしまう。その結果、燃料供給量に対する最適な筒内吸入酸素量よりも多くの酸素が気筒に吸入され、 NO_x が過剰に増大するという問題が生じる。

【0005】本発明は、上記問題に着目してなされたものであって、その目的とするところは、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を正確に把握し、ひいては排ガス還流制御を精度良く実施することができる内燃機関の排ガス還流制御装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明では、内燃機関の排ガスの一部を排ガス還流通路を介して吸気系に還流する内燃機関の排ガス還流制御装置において、前記排ガス還流通路を介して吸気行程毎に還流される排ガス量を検出する排ガス還流量検出手段と、排気行程毎に排ガス中の酸素濃度

を検出する排ガス酸素濃度検出手段と、前記検出した排ガス中の酸素濃度の履歴を随時記憶するメモリと、前記検出した排ガス還流量が占める前記排ガス還流通路内の長さを求め、その長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を算出する還流ガス酸素濃度算出手段と、該算出した還流排ガスの酸素濃度を用いて排ガス還流量を制御する排ガス還流量制御手段とを備える。

【0007】上記構成によれば、排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度は、古いデータから順にメモリに格納され、そのメモリ値が排ガス還流量の制御時において適宜読み出される。また、その時々々の排ガス還流量が占める排ガス還流通路内の長さ、すなわち機関の吸気行程時において前記還流通路内のどれだけの排ガスが吸気系に還流されるかが求められる。この場合、前記排ガス還流通路の長さに応じた還流遅れ時間だけ前のメモリ値（排ガス酸素濃度の検出値）を用いて実際に還流される排ガス（還流排ガス）の酸素濃度を算出し、その算出値に基づき排ガス還流量を制御することで、車両加減速などの過渡運転時においても筒内吸入酸素量が適正に制御できる。つまり、従来装置とは異なり、NO_x排出量が過剰に増大するといった不具合が解消できる。結果として、吸気系に還流される排ガスの酸素濃度を正確に把握し、ひいては排ガス還流制御を精度良く実施することができる。因みに、還流遅れ時間だけ前のメモリ値とは、排ガス還流通路内でエンジン吸気管に最も近い排ガス、すなわち吸気系に放出される直前の排ガスの酸素濃度データを指す。

【0008】請求項2に記載の発明では、前記メモリは複数の記憶領域を有し、その領域毎に排ガス酸素濃度の履歴を記憶保持する装置であって、前記還流ガス酸素濃度算出手段は、前記検出した排ガス還流量に相当する個数の酸素濃度メモリ値を読み出し、該読み出したメモリ値に基づき還流排ガスの酸素濃度を算出する。なおここで、請求項3に記載したように、前記酸素濃度のメモリ値を平均化して還流排ガスの酸素濃度を算出するようにしてもよい。

【0009】請求項2、3の構成によれば、排ガス還流量に応じた個数の酸素濃度のメモリ値を読み出すことで、還流遅れ時間を反映した還流排ガスの酸素濃度が容易且つ正確に算出できる。このとき、排ガス還流通路内に存在する排ガスの酸素濃度が全て同じであれば、還流排ガス酸素濃度の算出に際し同一のメモリ値が読み出され、同通路内に存在する排ガスの酸素濃度が異なるのであれば、還流排ガス酸素濃度の算出に際し異なるメモリ値が読み出される。

【0010】請求項4に記載の発明では、前記検出した排ガス還流量に相当する個数のメモリ領域に、その時の排ガス酸素濃度の検出値を記憶させる。この場合、排ガス還流量に相当する個数のメモリ領域には同じ検出値が

書き込まれ、その後の還流排ガスの酸素濃度算出時において適宜読み出される。

【0011】請求項5に記載の発明では、排ガス酸素濃度のメモリ値を用いて排ガス還流量を制御する際、当該用いた排ガス酸素濃度のメモリ値を消去し、代わりにその時点で排気行程となる他の気筒の排ガス酸素濃度にて前記メモリを更新する。この場合、多気筒内燃機関の気筒毎に検出される排ガス酸素濃度が同一のメモリにて管理でき、メモリ容量の削減に貢献できる。

10 【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明を具体化した一実施の形態を図面に従って説明する。図1は、本実施の形態における車両用ディーゼルエンジンの電子制御システムの概要を示す構成図である。図1の電子制御システムにおける電子制御装置（以下、ECUという）10は、周知のCPU、ROM、RAM、バックアップRAM等からなるマイクロコンピュータを主体とし、ECU10の制御指令信号により電磁駆動式の分配型燃料噴射ポンプ11が駆動されてディーゼルエンジン20に高圧の燃料が供給される。つまり、分配型燃料噴射ポンプ11により圧縮された高圧燃料は燃料分配通路12を介して燃料噴射ノズル13に給送され、燃料噴射ノズル13はディーゼルエンジン20の副燃焼室21に燃料を噴射する。なお本実施の形態のディーゼルエンジン20は第1～第4（#1～#4）の4つの気筒を有し、各気筒の燃焼順序は#1→#3→#4→#2となっている。

20 【0013】ディーゼルエンジン20は吸気管22及び排気管23を有し、これら吸気管22及び排気管23は吸気バルブ24及び排気バルブ25を介して主燃焼室26に連通している。この主燃焼室26は連通路27を介して前記副燃焼室21に連通している。従って、ピストン28の上動に伴う筒内吸入空気の圧縮時において、燃料噴射ノズル13から副燃焼室21内に燃料が噴射供給されると、当該燃料が圧縮点火され燃焼に供される。

【0014】また、ディーゼルエンジン20は過給機を構成するターボチャージャ14を備えており、前記吸気管22にはターボチャージャ14のコンプレッサ14aが設けられ、前記排気管23にはターボチャージャ14の排気タービン14bが設けられている。周知のように、ターボチャージャ14は排ガスのエネルギーを利用して排気タービン14bを回転させ、その同軸上にあるコンプレッサ14aを回転させて吸入空気を昇圧させる。吸入空気が昇圧されることにより、高密度の空気が主燃焼室26へと送り込まれてディーゼルエンジン20の出力が増幅される。

50 【0015】コンプレッサ14aの下流側には、アクセルペダル15に連動する吸気絞り弁16が設けられている。該吸気絞り弁16の開閉位置はアクセル開度としてアクセル開度センサ17により検出され、該検出されたアクセル開度信号はECU10に入力される。

【0016】上記コンプレッサ14aの上流側には、吸気管22に吸入される新気吸入量を検出するための新気吸入量センサ30が設けられており、この新気吸入量センサ30により検出された新気吸入量信号はECU10に入力される。新気吸入量センサ30は、吸気管22内に熱線を配置して構成される熱線式エアフローメータからなり、加熱された熱線（抵抗体）からの熱の放散に応じて吸入新気の質量流量を検出する。

【0017】またその他に、吸気管22には、新気の温度を検出するための新気温度センサ31と、吸気管圧力を検出するための吸気圧センサ32とが設けられ、各センサ31、32の検出信号はECU10に入力される。さらに、前記分配型燃料噴射ポンプ11の図示しないドライブシャフトには、エンジン回転数を検出するための回転数センサ33が配設されており、同センサ33の検出信号はECU10に入力される。

【0018】次いで、本エンジンシステムに設けられたEGR装置の概要を説明する。排気管23において、排気タービン14bの上流側にはEGR通路35が分岐して設けられており、同EGR通路35はその途中のEGR弁36を経て吸気管22に接続されている。このEGR通路35により、排気管23内の排ガスの一部が吸気管22の吸気ポート近くに還流される。

【0019】排ガス還流量（EGRガス量）を調節するためのEGR弁36は、EGR通路35を開閉するための弁体37を有し、該弁体37はダイヤフラム38により作動せしめられる。この弁体37のリフト量により前記EGRガス量が決定される。ダイヤフラム38の背後には圧縮コイルばね39を設置した圧力室40が形成されており、この圧力室40には圧力導入管41を介して負圧制御弁42が接続されている。負圧制御弁42には、大気に通じる大気導入ポート42aと真空ポンプ43に通じる負圧導入ポート42bとが設けられている。負圧制御弁42により大気と負圧とが切替え制御されることで、圧力室40の負圧が調整される。

【0020】例えば圧力室40内の負圧が増すと、圧縮コイルばね39に抗してダイヤフラム38が図の上方に変位して弁体37がリフト駆動せしめられる。こうして弁体37がリフト駆動されることにより、EGR通路35を通じて排気管23から吸気管22へ導かれるEGRガス量が調節される。弁体37のリフト動作は、ECU10から負圧制御弁42に出力されるリフト指令信号により制御される。その詳細は後述する。

【0021】また、EGR通路35途中にはEGRガスの温度を検出するためのEGRガス温度センサ44が設けられており、同センサ44の検出信号はECU10に入力される。

【0022】ECU10は、上記した各種センサの検出信号に基づいてエンジン運転状態を検知する。具体的には、アクセル開度センサ17の検出信号に基づいてアク

セル開度VAを、新気吸入量センサ30の検出信号に基づいて新気吸入量GAを、新気温度センサ31の検出信号に基づいて新気温度TAを、吸気圧センサ32の検出信号に基づいて吸気圧PMを、回転数センサ33の検出信号に基づいてエンジン回転数NEを、EGRガス温度センサ44の検出信号に基づいてEGRガス温度TEを、それぞれ算出する。

【0023】また、ECU10は、上記の如く算出されたエンジン運転状態に応じて分配型燃料噴射ポンプ11による燃料噴射量QFを算出し、その算出値に基づく指令信号を前記燃料噴射ポンプ11に出力して燃料噴射ノズル13からディーゼルエンジン20に燃料を供給させる。さらに、ECU10は、上記エンジン運転状態に応じてEGR弁36の目標開度（弁体37のリフト指令値）を決定し、その指令値に基づいて上記負圧制御弁42を駆動させる。

【0024】一方、ECU10は、ディーゼルエンジン20の各気筒から排出される排ガス中の酸素濃度（排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ ）を検出し、その検出値をEGRガス酸素濃度メモリ10aに随時記憶する。図8に示すように、同メモリ10aはメモリ番地「m」～「m+9」の10個の領域を有し、各領域には#1～#4気筒の排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ が記憶保持される。ここで、 $\Psi O2$ 値の添え字（気筒番号）が同じものは同一値（同じ排気行程で検出された値）であることを表し、同一値が格納される領域の個数はEGR弁36を介して吸気管22に還流されるEGRガス量に相応する。メモリ番地m～m+9は、排気管23との分岐点からEGR弁36までのEGR通路35内の位置を意味する。

【0025】当該メモリ10aに記憶されている個々の排ガス酸素濃度 $\Psi O2$ は、EGR通路35内に存在し吸気管22に順次還流されるEGRガス中の酸素濃度（EGRガス酸素濃度 $\Psi EO2$ ）に対応しており、ECU10は、メモリ10a内の「 $\Psi O2$ 値」を適宜読み出して「 $\Psi EO2$ 値」を演算する。なお、当該メモリ10aにおけるm番地の $\Psi O2$ 値（図8左側の $\Psi O2$ #3）は最も古く、これは実質上EGR弁36に最も近い領域でのEGRガスの酸素濃度に相当する。また、m+9番地の $\Psi O2$ 値（図8左側の $\Psi O2$ #2）は最も新しく、これは実質上EGR弁36から最も遠い領域でのEGRガスの酸素濃度に相当する。

【0026】次に、本実施の形態における電子制御システムの作用を説明する。図3、4は、本実施の形態における制御動作を実現するためのEGR弁制御ルーチンを示すフローチャートであり、同ルーチンは各気筒の燃料噴射毎（4気筒であれば、180°CA毎）にECU10により実行される。同ルーチンによれば、筒内吸入酸素量を目標値に一致させるようEGR弁36のリフト指令値が算出され、該リフト指令値によりEGR弁36の

開度が制御される。

【0027】さて、上記ルーチンがスタートすると、ECU10は、先ずステップ110でアクセル開度VA、エンジン回転数NE、新気吸入量GA、吸気圧PM、新気温度TA、EGRガス温度TEを読み込む。また、ECU10は、続くステップ120で周知の方法により燃料噴射量QFを算出する。一般に、燃料噴射量QFは、ECU10のROM内のマップ検索によりその時々

のアクセル開度VAとエンジン回転数NEとに応じて算出される。
【0028】その後、ECU10は、ステップ130、140でROM内のそれぞれ別のマップ検索によりEGR弁36の基本リフト量（以下、基本リフト指令値SBSという）と、筒内への吸入酸素量の目標値（以下、目標吸入酸素量GTTという）とを算出する。すなわち、ステップ130、140では、その時々

の燃料噴射量QFとエンジン回転数NEとから基本リフト指令値SBSと目標吸入酸素量GTTとが算出される。ここで、目標吸入酸素量GTTは、加速要求としてのアクセル開度VAをも反映したマップ値として与えられるようにしてもよい。

【0029】次に、ECU10は、ステップ150でEGRガス酸素濃度 ΨEO_2 を算出する。このとき、ECU10は後述する図5の手順に従い、EGRガス酸素濃度メモリ10a内の排ガス酸素濃度 ΨO_2 や、その他エンジン回転数NE、新気吸入量GA、吸気圧PM、新気温度TA、EGRガス温度TEなどを用いてEGRガス酸素濃度 ΨEO_2 を算出する。

【0030】また、ECU10は、ステップ160で筒内吸入酸素量GTO2を算出する。このとき、ECU10は後述する図6の手順に従い、前記ステップ150で算出されるEGRガス酸素濃度 ΨEO_2 などを用いて筒内吸入酸素量GTO2を算出する。

【0031】その後、ECU10は、ステップ170で前記算出した筒内吸入酸素量GTO2と目標吸入酸素量GTTとを用い、両者の差の絶対値（ $|GTO2 - GTT|$ ）が所定の許容範囲内にあるか否かを判別する。 $|GTO2 - GTT|$ が許容範囲外であれば、ECU10はEGRリフト指令値に補正が必要であるとみなす。この場合、ECU10は、ステップ170を否定判別してステップ180、190の処理を実施し、その処理後に図4のステップ200に進む。

【0032】すなわち、 $|GTO2 - GTT|$ が許容範囲外となる場合、ECU10はステップ180で筒内吸入酸素量の目標値と実際値との偏差 $\Delta GT (= GTO2 - GTT)$ を算出する。また、ECU10は、続くステップ190で上記算出した偏差 ΔGT を用い例えば周知のPID制御手法に則ってEGR弁36のリフト指令補正值SKを算出する。

【0033】 $|GTO2 - GTT|$ が許容範囲内であれ

ば、ECU10はEGRリフト指令値の補正が不要であるとみなす。この場合、ECU10は、ステップ170を肯定判別してステップ180、190を読み飛ばし、そのまま図4のステップ200に進む。

【0034】図4のステップ200では、ECU10は、EGR弁36の最終リフト指令値SEDを算出する。ここで、前記ステップ170がYESであれば、リフト指令補正值SKが算出されていないため、ECU10は、前記ステップ130で算出した基本リフト指令値SBSを最終リフト指令値SEDとする（ $SED = SBS$ ）。また、前記ステップ170がNOであれば、ECU10は、前記ステップ190のリフト指令補正值SKを前記ステップ130の基本リフト指令値SBSに加算して、最終リフト指令値SEDを算出する（ $SED = SBS + SK$ ）。

【0035】EGR弁36は、前記算出した最終リフト指令値SEDに基づいてその開度が制御される。具体的には、負圧制御弁42により制御される負圧が最終リフト指令値SEDに応じた値に制御され、該制御された負圧がEGR弁36の圧力室40に導入される。そして、該圧力室40に導入された負圧分だけEGR弁36が開又は閉動作し、EGRガスが増量又は減量される。

【0036】SED値の算出後のステップ210では、ECU10は、燃焼後に排出される排ガス中の酸素濃度（排ガス酸素濃度 ΨO_2 ）を算出する。このとき、ECU10は後述する図7の手順に従い、前記算出した燃料噴射量QF、筒内吸入酸素量GTO2などを用いて排ガス酸素濃度 ΨO_2 を算出する。

【0037】また、ECU10は、ステップ220で前記算出した排ガス酸素濃度 ΨO_2 を、その時点で排気行程となる気筒番号（#1～#4）を付してEGRガス酸素濃度メモリ10aに記憶し、その後本ルーチンを終了する。その際、メモリ10aに記憶される ΨO_2 値は、最新の ΨO_2 値として図8のメモリ空き領域に格納される（例えば、図8右側のm+8、m+9番地）。

【0038】図5は、前記図3におけるステップ150でのEGRガス酸素濃度 ΨEO_2 の算出サブルーチンを示すフローチャートである。図5において、ECU10は、先ずステップ151で前記読み込んだ新気吸入量GAの単位を〔g/cyl〕から以降の演算に都合のよい〔mol/cyl〕に変換し、〔mol/cyl〕単位での新気吸入量GA'を算出する。また、ECU10は、続くステップ152で筒内吸入ガス温度が300〔K〕の際の筒内吸入ガス量（筒内に吸入される全ガス量）GT300'〔mol/cyl〕を算出する。このとき、ROM内のマップ検索によりその時々

のエンジン回転数NEと吸気圧PMとに応じてGT300'値が算出される。
【0039】その後、ECU10は、ステップ153で前記算出した新気吸入量GA'〔mol/cyl〕と、300〔K〕での筒内吸入ガス量GT300'〔mol/c

10

20

30

40

50

y l) とを用い、その時々の新気温度TAとEGRガス温度TEとに応じた筒内吸入ガス量GT' [モル/cyl] を算出する。詳細には、筒内吸入ガス量が筒内吸入ガス温度に反比例する関係式と、筒内吸入ガス温度が新気温度TA及びEGRガス温度TEのそれぞれのガス量*

の比から求まる関係式とから導かれる次の式(1)に従い、筒内吸入ガス量GT' [モル/cyl] を算出する。

【0040】

【数1】

$$GT' = \frac{300 \cdot GT300' + (TE - TA) GA'}{TE} \quad \dots (1)$$

【0041】その後、ECU10は、ステップ154で前記算出した新気吸入量GA' と、筒内吸入ガス量GT' とから、筒内に吸入されるEGRガス量GE' [モル/cyl] を、
 $GE' = GT' - GA'$
 として算出する。

【0042】次に、ECU10は、ステップ155で前記算出したEGRガス量GE' がEGR通路35内にて占める容積(EGRガス容積VE [リットル])を算出する。ここでは、ROM内のマップ検索によりその時のエンジン回転数NEと燃料噴射量QFとから排気圧PE [atm, abs.] を算出すると共に、次の式(2)によりEGRガス容積VE [リットル] を算出する。

【0043】

【数2】

$$VE = 22.4 \cdot GE' \cdot \frac{1}{PE} \cdot \frac{TE + 273}{300} \quad \dots (2)$$

【0044】つまり、EGRガス容積VEは、排気圧PE、EGRガス量GE' 及びEGRガス温度TEに基づき算出される。上記式(2)において、係数「22.4」は標準状態(大気圧)での1モル当たりのガス容積に相当する。

【0045】その後ステップ156では、ECU10は、今回の吸気行程で気筒に吸入されるEGRガスがEGR通路35内で占める通路長さLE [mm] を、前記算出したEGRガス容積VEに基づき算出する。 ※

$$\Psi EO2 = (\Psi O21 + \Psi O22 + \dots + \Psi O2N) / N$$

... (5)

つまり、EGRガス酸素濃度メモリ10aの番地数N分のΨO2値を古いものより読み出し、該読み出したΨO2値を積算平均する。

【0050】図8に示すEGRガス酸素濃度メモリ10aにおいて、例えばN=2の場合には、メモリ番地の小さい2つのΨO2値、すなわちm、m+1番地の「ΨO2#3」を読み出し同値を積算平均することで、EGRガス酸素濃度ΨEO2が算出される。

【0051】図6は、前記図3におけるステップ160での筒内吸入酸素量GTO2の算出サブルーチンを示す★

$$GTO2' = 0.21 \cdot GA' + \Psi EO2 \cdot (GT' - GA')$$

... (6)

式(6)において、右辺の前項は新気吸入量GA' と当該新気中の酸素濃度(約21%)との積から新気中の酸

※【0046】

$$LE = VE \cdot 1000 / AE \quad \dots (3)$$

上記式(3)において、「AE」はEGR通路35の断面積[mm²]である。その後、ECU10は、ステップ157で前記算出した通路長さLEと、EGRガス酸素濃度メモリ10aの1番地当たりの通路長さΔLとから、当該メモリ10aから読み出されるべきΨO2値の番地数Nを、次の式(4)により算出する。

【0047】

$$N = LE / \Delta L \quad \dots (4)$$

但し、式(4)で算出されるN値において、小数点以下は切り捨てる。ここで、図8に示すようにメモリ10aの領域の総数を「10」とし、且つEGR通路35の全長(排気管23との分岐点からEGR弁36までの長さ)を「L」とした場合、メモリ1番地当たりの通路長さΔLは、
 $\Delta L = L / 10$

となる。因みに、ΔLは、EGR通路35の全長Lとメモリ領域の総数とにて決定されるシステム毎の固有値である。

【0048】最後に、ECU10は、ステップ158で前記算出した番地数N分のメモリ値(ΨO2値)に基づき、次の式(5)を用いてEGRガス酸素濃度ΨEO2を算出する。

【0049】

★フローチャートである。図6において、ECU10は、ステップ161で[モル/cyl]単位での筒内吸入酸素量GTO2' を算出する。このとき、筒内吸入酸素量が新気中の酸素量とEGRガス中の酸素量との和から求まる関係より導かれた次の式(6)に従い、新気吸入量GA' [モル/cyl] と、筒内吸入ガス量GT' [モル/cyl] と、前記ステップ150で算出したEGRガス酸素濃度ΨEO2とから、筒内吸入酸素量GTO2' を算出する。

【0052】

素量を算出するものであり、後項はEGRガス量(GT' - GA') と当該EGRガス中の酸素濃度ΨEO2

との積からEGRガス中の酸素量を算出するものである。

【0053】また、ECU10は、続くステップ162で前記算出した筒内吸入酸素量GTO2'の単位を、〔モル/cyl〕から〔g/cyl〕に変換して〔g/cyl〕単位での筒内吸入酸素量GTO2を算出する。GTO2値の単位換算後、本サブルーチンを終了する。こうして算出した筒内吸入酸素量GTO2は、前述した通り筒内吸入酸素量のフィードバック制御に用いられる（前記図3のステップ170～190）。

【0054】図7は、前記図4におけるステップ210での排ガス酸素濃度ΨO2の算出サブルーチンを示すフローチャートである。図7において、ECU10は、先ずステップ211で燃料噴射量QFの単位を〔g/cyl〕からCH2換算での〔モル/cyl〕単位に変換し、CH2換算での燃料噴射量QCH2'〔モル/cyl〕を算出する。ここで、CH2換算とは、「CHn」で表される燃料（軽油）の組成を「CH2」で置き換え、燃料燃焼時の反応を簡便化して演算するためのものである。

【0055】続くステップ212では、ECU10は、燃焼後の排気行程で排出される排ガス中の酸素濃度、すなわち排ガス酸素濃度ΨO2を算出する。このとき、筒内吸入ガスと筒内への噴射燃料とが完全燃焼すると仮定して求めた次の式（7）に従い、筒内吸入酸素量GTO2'〔モル/cyl〕と、筒内吸入ガス量GT'〔モル/cyl〕と、燃料噴射量QCH2'〔モル/cyl〕とを用いて排ガス酸素濃度ΨO2を算出する。

【0056】

【数3】

$$\Psi O_2 = \frac{GTO_2' - 1.5 \cdot QCH_2'}{GT' + 0.5 \cdot QCH_2'} \quad \dots (7)$$

【0057】要するに、燃料「CH2」1モルが完全燃焼すると想定した場合、1モルのCH2と3/2モルのO2とが燃焼し、結果として1モルのCO2と1モルのH2Oとが生成される（CH2→CO2+H2O-3/2O2）。かかる場合、前記の式（7）において、右辺の分母は燃料が完全燃焼した際に排出される全ガス量に相当し、分子は燃料が完全燃焼した際に排出される全酸素量に相当する。従って、排ガス中の全酸素量を全ガス量で除算することにより、排ガス酸素濃度ΨO2が算出できる。

【0058】ECU10は、上記の如く算出した排ガス酸素濃度ΨO2をEGRガス酸素濃度メモリ10aに随時記憶する。このメモリ10aに記憶された排ガス酸素濃度ΨO2は、前述した通りEGRガス酸素濃度ΨEO2の算出時において順次読み出される（前記図5のステップ158）。

【0059】ここで、EGRガス濃度メモリ10a

のデータ更新手順について説明する。図8に示すように、更新前のメモリ10a（図の左側）では例えばディーゼルエンジン20の燃焼順序に合わせて#3、#4、#2気筒の排ガス酸素濃度ΨO2#3、ΨO2#4、ΨO2#2が記憶されている。m～m+3番地には同一の「ΨO2#3」が、m+4～m+6番地には同一の「ΨO2#4」が、m+7～m+9番地には同一の「ΨO2#2」が、それぞれ記憶されている。同一値が記憶されている領域の個数は、ΨO2値の検出時におけるEGRガス量に対応している。

【0060】次の燃焼気筒が#2気筒である場合、当該#2気筒についてEGRガス量GEが算出されると共に、当該EGRガスが占める排ガス通路長さLEと、同LEに対応するメモリ番地数Nとが算出される（前記図5のステップ154～157）。このとき、メモリ番地数Nが「2」であれば、更新前のメモリ10a（図8の左側）からm、m+1番地の値（図では、共にΨO2#3）が読み出されてEGRガス酸素濃度ΨEO2の算出に用いられる（図5のステップ158）。m、m+1番地の値（ΨO2#3）が読み出されると同時に、その値が消去される。そして、メモリ10aの空き領域を埋めるようにm+2～m+9番地の値が繰り上げて格納される。

【0061】その後、#2気筒が吸気行程時に排気行程となる気筒、すなわち#1気筒についてその排ガス酸素濃度ΨO2が算出される（前記図4のステップ210）。そして、該算出された排ガス酸素濃度ΨO2#1が、前記メモリ10aの空き領域（m+8、m+9番地）に記憶される。このようにEGRガス酸素濃度メモリ10aでは、ΨO2値の流出及び流入動作が繰り返し実施される。

【0062】図2は、上記動作の概要をより具体的に示すタイムチャートである。図2において、時刻t1以前（時刻t2以降も同じ）は、アクセル開度VAが略一定に保持されて車両が定常走行されている。そのため、エンジン回転数NE、燃料噴射量QF、EGRガス酸素濃度ΨEO2、EGR開度（EGR弁36の開度）、筒内吸入酸素量GTO2、NOx発生量が略一定値のまま保持されている。

【0063】時刻t1でアクセルペダル15が踏み込み操作されて加速が開始されると、それに伴って燃料噴射量QFが増大すると共にエンジン回転数NEが上昇する。なお、アクセル操作に応じてエンジン回転数NEが変動する期間は、実際にはアクセル操作期間よりも幾分遅れるものであるが、便宜上、図2ではアクセルの踏み込み操作期間（時刻t1～t2）とエンジン回転数NEの変動期間とを同一にして示す。

【0064】時刻t1では、アクセル操作に伴いEGR開度が減少し始める。また、燃料噴射量QFの増加により排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度が低下するた

め、EGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ も低下し始める。このとき、EGR開度の減少により排ガスの還流遅れ時間が増大し、この還流遅れ時間により実際にはEGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ が少しずつ減少するが、従来既存の装置によれば1燃焼サイクル前のEGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ （排ガス酸素濃度）が扱われるために還流遅れ時間が反映されず、図の破線で示すように、真値（実線）よりも低くEGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ を見積ってしまう。そのため、同じく破線に示すように、EGR開度が小さくなって筒内吸入酸素量 $\text{GTO}2$ が最適値よりも多く制御されてしまい、結果として NOx 発生量が過剰に増大する。

【0065】これに対し本実施の形態では、時刻 $t_1 \sim t_2$ において、EGR通路35内に滞留するEGRガス（排ガス）の還流遅れ時間を考慮してEGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ が算出される。そのため、EGR開度の減少時に排ガスの還流遅れ時間が増大するような場合であっても、 $\Psi\text{EO}2$ 値が真値から外れることはない。従って、該 $\Psi\text{EO}2$ 値に対応する筒内吸入酸素量 $\text{GTO}2$ が最適値に制御される。結果として、良好なる燃焼状態が維持され、 NOx 発生量の過剰な増大が防止される。

【0066】なお本実施の形態では、前記図5のステップ154が請求項記載の排ガス還流量検出手段に、前記図4のステップ210が排ガス酸素濃度検出手段に、前記図5のステップ158が還流ガス酸素濃度算出手段に、前記図3、4のステップ170～200が排ガス還流量制御手段に、それぞれ相当する。

【0067】以上詳述した本実施の形態によれば、以下の効果が得られる。

（a）本実施の形態では、排気行程毎に検出される排ガス酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ の履歴を随時、EGRガス酸素濃度メモリ10aに記憶すると共に、その時々々のEGRガス量が占めるEGR通路35内の長さを求め、その長さに応じた排ガスの還流遅れ時間だけ前に記憶したメモリ値から、吸気管22に還流される排ガス（EGRガス）の酸素濃度（EGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ ）を算出するようにした。そして、該算出した $\Psi\text{EO}2$ 値を用いて排ガス還流量（EGR弁36の開度）を制御するようにした。従って、車両加減速などの過渡運転時においても筒内吸入酸素量が適正に制御でき、 NOx 排出量が過剰に増大するといった不具合が解消できる。結果として、EGRガス酸素濃度を正確に把握し、ひいてはEGR制御を精度良く実施することができる。

【0068】（b）EGRガス酸素濃度メモリ10aに複数の記憶領域を設け、EGRガス量に相当する個数のメモリ値を読み出してEGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ を算出するようにした。この場合、還流遅れ時間を反映したEGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ が容易且つ正確に算出できる。

【0069】（c）EGR制御に際し、使用後の排ガス

酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ のメモリ値を消去し、代わりにその時点で排気行程となる他の気筒の排ガス酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ にてメモリ10aを更新するようにした。この場合、気筒毎に検出される排ガス酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ が同一のメモリ10aにて管理でき、メモリ容量の削減に貢献できる。

【0070】（d）また本実施の形態では、筒内吸入酸素量 $\text{GTO}2$ がエンジン運転状態に応じた目標吸入酸素量 GTT になるよう、排ガス還流量（EGR弁36の開度）を制御することとした。車両加速時には、目標吸入酸素量 GTT に応じて筒内吸入酸素量 $\text{GTO}2$ を増加させるべくEGRガス量が抑えられ（EGR弁36が閉側に制御され）、新気吸入量の増量が促される。かかる場合、筒内への吸入酸素量が不足することなく理想燃焼が実現できる。またこのとき、加速性能が損なわれることもない。

【0071】（e）EGRガス酸素濃度 $\Psi\text{EO}2$ 、筒内吸入酸素量 $\text{GTO}2$ 、排ガス酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ の算出に際し、モル換算により演算を行うようにした。そのため、 $\Psi\text{EO}2$ 、 $\text{GTO}2$ 、 $\Psi\text{O}2$ の各値が正確に算出できる。

【0072】なお、本発明の実施の形態は、上記以外に次の形態にて実現できる。上記実施の形態では、EGRガス酸素濃度メモリ10aに10個の領域を設けたが、この構成を変更する。同メモリ10aに10個以上（例えば20個）の領域を設け、これら各領域に排ガス酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ を随時記憶する。この場合、メモリ1番地当たりの通路長さ ΔL が短くなり、メモリ番地数 N が1～20の範囲内で算出される（前記図5のステップ157）。メモリ10aの領域の総数を多くすることにより、きめ細かな制御が可能となる。

【0073】また、EGRガス酸素濃度メモリ10aの使用領域の総数 n を可変とし、メモリ1番地当たりの通路長さ ΔL （＝全長 L/n ）を適宜変更する。例えば定常運転時には総数 n を比較的小きな値とし、車両の加減速等による過渡運転時には総数 n を比較的大きな値とする。本実施の形態によれば、EGR通路35内の酸素濃度が略均一な場合（定常運転時）において、使用するメモリ10aの領域を最小限に抑えることができる一方、EGR通路35内の酸素濃度が排気管側と吸気管側とで相違する場合（過渡運転時）において、還流遅れ時間を考慮した高精度なEGR制御が実施できる。

【0074】上記実施の形態では、前記図5のルーチンにおいて、EGRガス量に応じたメモリ10aの番地数 N 分の排ガス酸素濃度 $\Psi\text{O}2$ （ $\Psi\text{O}2_1$ 、 $\Psi\text{O}2_2 \cdots \Psi\text{O}2_N$ ）を読み出し、該読み出した $\Psi\text{O}2$ 値の積算平均からEGRガス濃度 $\Psi\text{EO}2$ を算出したが、この構成を変更する。例えば前記図8に示すように、読み出される複数のメモリ値が同一の場合（図では共に $\Psi\text{O}2\#3$ ）、積算平均の処理を実施せず、 $\Psi\text{O}2\#3$ 値をそのまま読み出す。読み出されるメモリ値が異なる場合にの

み、積算平均の処理を実施する。この場合、積算平均にかかる演算負荷が軽減できる。

【0075】EGRガス酸素濃度メモリ10aに記憶される ΨO_2 値に気筒判別データを付与せずに構成することもできる。また、上記実施の形態では、メモリ10a内における同一の ΨO_2 値の数をEGRガス量に対応させていたが、この構成を変更する。例えば ΨO_2 自身のデータと、EGRガス量に対応する ΨO_2 の個数データとを別個に記憶する。

【0076】上記実施の形態における前記図3のルーチンにおいて、ステップ170の判別処理を削除する。この場合、常に筒内吸入酸素量の偏差 ΔGT とリフト指令補正值SKとが算出され、EGRガス酸素濃度 ΨEO_2 が毎時のEGR制御に反映される。

【0077】吸気行程毎のEGRガス量を例えば流量計にて検出する構成としたり、排気行程毎の排ガス酸素濃度を酸素濃度センサ（例えば限界電流式酸素濃度センサ）にて検出する構成としたりしてもよい。この場合、請求項記載の排ガス還流量検出手段、並びに排ガス酸素濃度検出手段が上記各センサにて構成されることとなる。

【0078】上記実施の形態では、EGR弁36の開度を調整することにより筒内吸入酸素量 GTO_2 を目標値に制御していたが、これを変更する。吸気絞り弁16を電子制御式のものにし、同吸気絞り弁16の開度を調整することにより筒内吸入酸素量 GTO_2 を目標値に制御するようにしてもよい。かかる場合、例えばアクセルペダルの踏み込み操作に伴う車両加速時には、吸気絞り弁16が開側に制御され、新気吸入量の増量が促されて筒内吸入酸素量が増加する。本構成においても理想燃焼が*

*実現できる。

【0079】上記実施の形態では、4気筒ディーゼルエンジンのEGR装置に本発明を具体化した但、これを変更する。本発明を4気筒以外の多気筒エンジンに適用したり、単気筒エンジンに適用したり、或いはガソリンエンジンに適用したりしてもよい。かかる場合にも、 NO_x 排出量が低減でき、本発明の目的が達せられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施の形態におけるエンジン制御システムの概要を示す全体構成図。

【図2】実施の形態における作用を説明するためのタイムチャート。

【図3】EGR弁制御ルーチンを示すフローチャート。

【図4】図3に続き、EGR弁制御ルーチンを示すフローチャート。

【図5】EGRガス酸素濃度の算出サブルーチンを示すフローチャート。

【図6】筒内吸入酸素量の算出サブルーチンを示すフローチャート。

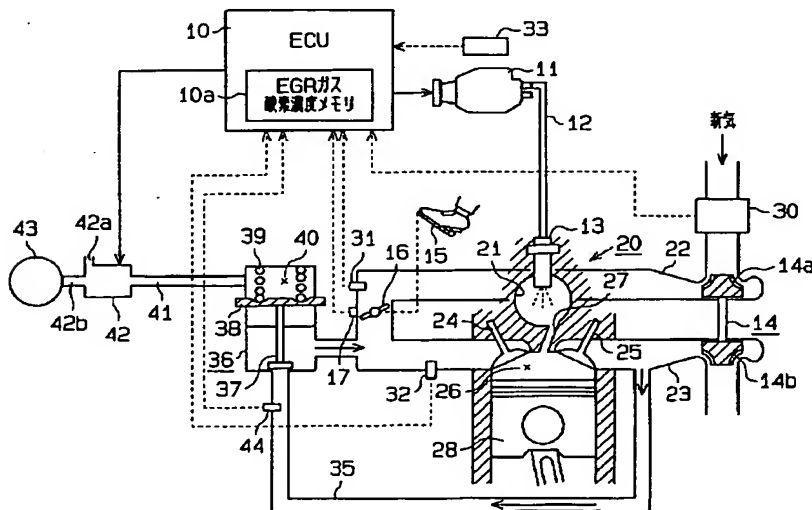
【図7】排ガス酸素濃度の算出サブルーチンを示すフローチャート。

【図8】EGRガス酸素濃度メモリの構成を示す概略図。

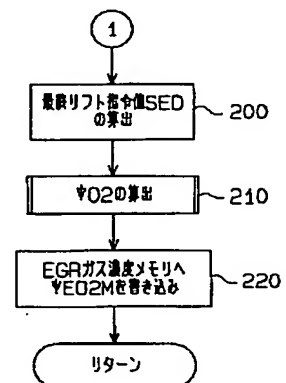
【符号の説明】

10…排ガス還流量検出手段、排ガス酸素濃度検出手段、還流ガス酸素濃度算出手段、排ガス還流量制御手段を構成するECU（電子制御装置）、10a…EGRガス酸素濃度メモリ、20…ディーゼルエンジン、22…吸気管、35…EGR通路（排ガス還流通路）、36…EGR弁。

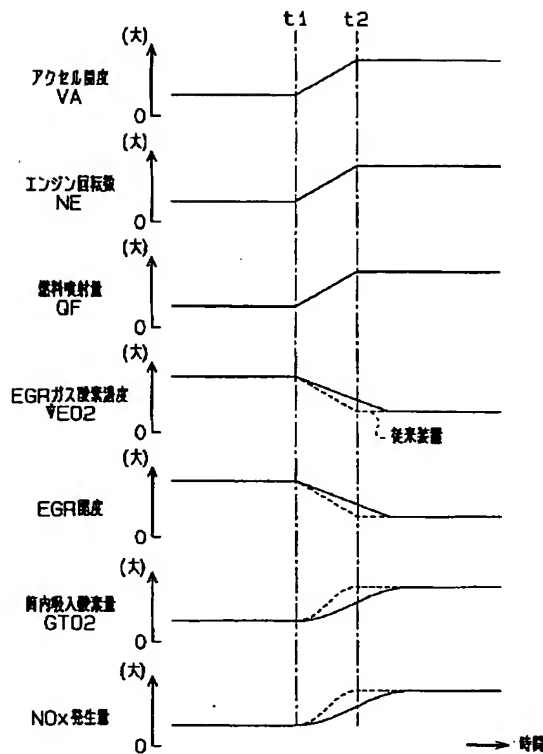
【図1】



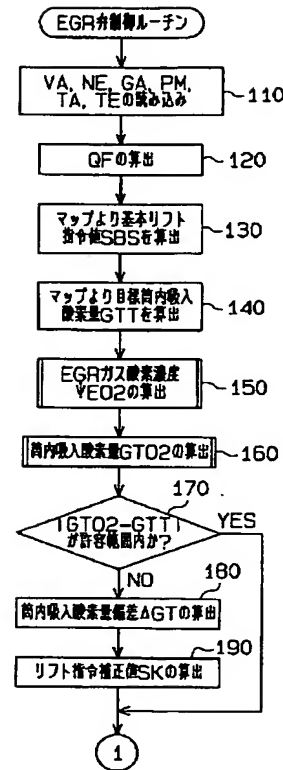
【図4】



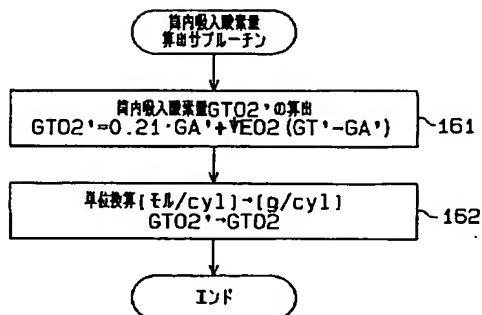
【図2】



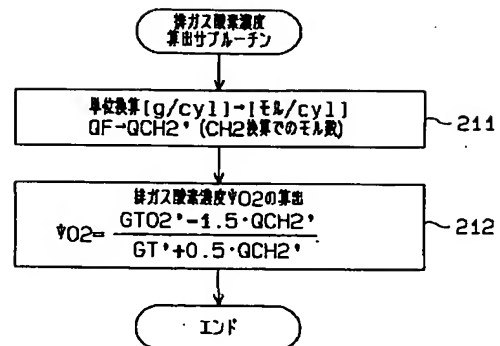
【図3】



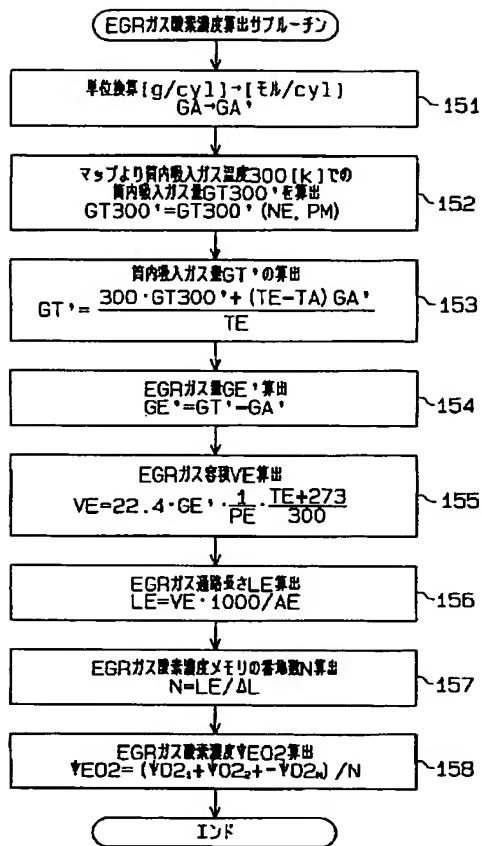
【図6】



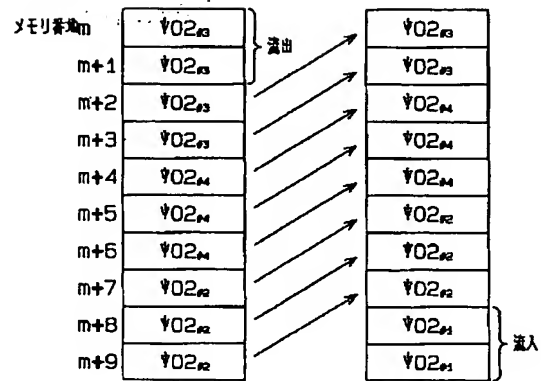
【図7】



【図5】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
 F 0 2 D 41/02 3 5 1
 45/00 3 6 8
 3 7 6

F I
 F 0 2 D 41/02 3 5 1
 45/00 3 6 8 F
 3 7 6 B

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.